

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-306492

(43)Date of publication of application : 22.10.2002

(51)Int.Cl. A61B 10/00  
G10L 11/00  
G10L 15/08  
G10L 15/10

(21)Application number : 2001-116408

(71)Applicant : ELECTRONIC NAVIGATION  
RESEARCH INSTITUTE  
SHIOMI KAKUICHI  
MITSUBISHI SPACE SOFTWARE KK

(22)Date of filing : 16.04.2001

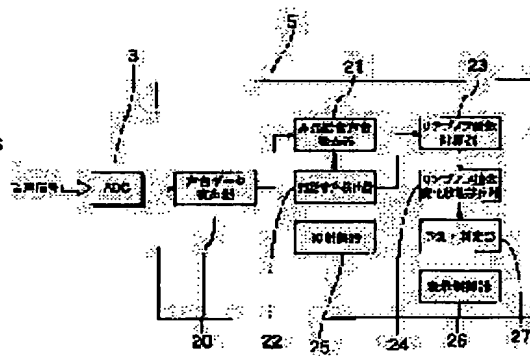
(72)Inventor : SHIOMI KAKUICHI  
MEGURO NARITOMO  
FURUSE YOSHIHIRO  
TANAKA HIDEYUKI

## (54) HUMAN FACTOR EVALUATOR BY CHAOS THEORY

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide the apparatus which can forecast and judge mental and physical conditions of human beings by measuring load levels in brains with a simple structure in a non-contact manner with human bodies.

**SOLUTION:** The human factor evaluator by a chaos theory has a Lyapunov exponent calculator 23 which analyzes voice signals of voices uttered by human beings once converted to digital data by a chaos theory based method to calculate Lyapunov exponents and a Lyapunov exponent change detector 24 for detecting changes in the Lyapunov exponents of the uttered voices as calculated with the Lyapunov exponent calculator 23. The load levels in the brains are measured depending on changes in the Lyapunov exponents detected with the Lyapunov exponent change detector 24 to enable the forecasting and judging of mental and physical activities.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 07.01.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 01.03.2005

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2002-306492  
(P2002-306492A)

(43) 公開日 平成14年10月22日 (2002. 10. 22)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	ノート* (参考)
A 6 1 B 10/00		A 6 1 B 10/00	F 5 D 0 1 5
G 1 0 L 11/00		G 1 0 L 3/00	5 4 1
15/08		9/00	A
15/10		3/00	5 3 1 N

審査請求 有 請求項の数 5 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2001-116408(P2001-116408)

(22) 出願日 平成13年4月16日 (2001. 4. 16)

(71) 出願人 501152352

独立行政法人電子航法研究所  
東京都調布市深大寺東町7丁目42番地23

(71) 出願人 595106730

塩見 格一  
東京都港区東新橋二丁目5番11号 メトロ  
ビル401

(71) 出願人 591102095

三菱スペース・ソフトウェア株式会社  
東京都港区浜松町2丁目4番1号

(74) 代理人 100104776

弁理士 佐野 弘

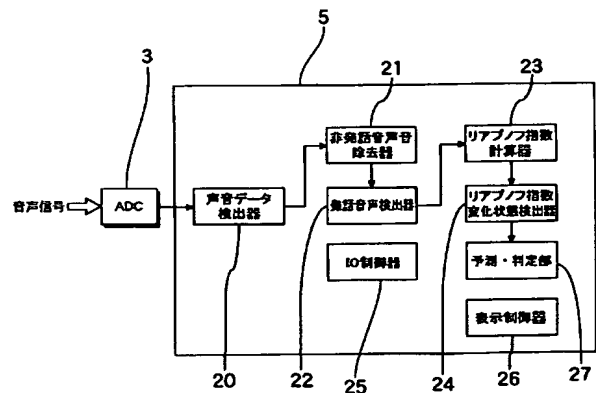
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 カオス論的ヒューマンファクタ評価装置

(57) 【要約】

【課題】 比較的簡単な装置により、人体に非接触な状態で、大腦に発生する負荷レベルを計測して、人間の心身の状態を予測・判定することができる装置を提供する。

【解決手段】 人間が発話する音声をデジタルデータ化した音声信号をカオス論的手法により解析してリアプノフ指数を計算するリアプノフ指数計算器23と、該リアプノフ指数計算器23より計算された発話音声のリアプノフ指数の変化を検出するリアプノフ指数変化検出器24と有し、該リアプノフ指数変化検出器24で検出されたリアプノフ指数の変化の状態により、大腦に発生する負荷レベルを計測することにより心身の活動を予測・判定可能としたカオス論的ヒューマンファクタ評価装置。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】人間が発話する音声デジタルデータ化した音声信号をカオス論的手法により解析してリアブノフ指数を計算するリアブノフ指数計算手段と、

該リアブノフ指数計算手段より計算された発話音声のリアブノフ指数の変化を検出するリアブノフ指数変化検出手段と有し、

該リアブノフ指数変化検出手段で検出されたリアブノフ指数の変化の状態により、大腦に発生する負荷レベルを計測することにより心身の活動を予測・判定可能としたことを特徴とするカオス論的ヒューマンファクタ評価装置。

【請求項 2】人間が発話する音声デジタルデータ化した音声信号をカオス論的手法により解析してリアブノフ指数を計算するリアブノフ指数計算手段と、

該リアブノフ指数計算手段より計算された発話音声のリアブノフ指数の変化を検出するリアブノフ指数変化検出手段と、

該リアブノフ指数変化検出手段で検出されたリアブノフ指数の変化の状態により、大腦に発生する負荷レベルを計測することにより心身の活動を予測・判定する予測・判定手段とを備えたことを特徴とするカオス論的ヒューマンファクタ評価装置。

【請求項 3】人間が発話する音声を音声信号として入力するマイクロフォンと、該マイクロフォンに入力された音声信号をデジタルデータに変換するアナログデジタル変換手段とを更に備えたことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のカオス論的ヒューマンファクタ評価装置。

【請求項 4】前記デジタルデータから、あらかじめ用意した非発話音声の特徴をもとに、人間の発話音声以外の音声データを除去して、前記リアブノフ指数計算手段に与える非発話音声除去手段を備えたことを特徴とする請求項 1 乃至 3 の何れか一つに記載のカオス論的ヒューマンファクタ評価装置。

【請求項 5】前記人間の発話音声以外の音声データを除去したデジタルデータから、個々に評価される人間の発話音声の特徴を抽出・識別し、前記リアブノフ指数計算手段に与える発話音声検出手段を備えることにより、複数人の発話音声入力に対する個々の人間の心身の活動の予測・判定を可能とすることを特徴とする請求項 1 乃至 4 の何れか一つに記載のカオス論的ヒューマンファクタ評価装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、人間が発する音声を解析することにより、その人の大腦に発生する負荷レベルを定量的に検知し、大腦がどのような活動状態にあるか、さらには測定時の心身の活動の変化、また以後の心身の活動の変化を予測・判定するカオス論的ヒューマンファクタ評価装置に関し、医療診断技術等の分野に

属するものである。

【0002】しかも、この発明による評価の対象が大腦機能であること、また人間を含む全ての動物の活動がその脳により支配されていることから、本発明による装置によれば、単に人の目や耳による外面的な観察から検知され予測される人の心身の活動、具体的には喜怒哀楽や恐怖感、不安感など比較的表面化する心身の活動のみならず、たとえば複雑な数学問題の解法に苦手意識のある人の大腦に与える負荷や、快感、不快感を伴う人の趣味嗜好などを探る場合、さらには測定時の脳に与える負荷状態、すなわち心身の状態を検知するばかりでなく、現状の検知結果から傾向分析を行うことにより以後の心身の活動を予測判定することが可能であり、本発明は広くヒューマンファクタの評価技術に属する。

## 【0003】

【従来の技術】従来、脳機能の測定は脳波を測定することにより、例えば眠気などの意識の覚醒状態や精神集中度などを測定する方法および装置がある。

【0004】また、1980年代以降は脳内に投与した脳血流トレーサーの動態状況や、脳におけるブドウ糖の代謝状況をガンマカメラや専用のスキャナで計測し画像化できるポジトロンCT装置（PET）やシングルフォトンCT装置（SPECT）により行われてきた。

【0005】その他には、微弱な赤外線を頭部に照射し、反射強度を測ることにより頭蓋骨の内側にある大腦皮質の活動状態を計測・画像化することにより脳の活動状況を計測する装置（光トポグラフィ装置）がある。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このような従来の脳波の測定は、頭皮に電極を取り付け、大腦皮質の神経細胞が引き起こす時々刻々の電気的な変化をとらえるものであり、装置そのものは小型化され、比較的安価になっているが、脳波検査でわかることは、てんかんなど発作性疾患の異常波の検出、睡眠・覚醒の変化、意識の障害によっておこる脳の全般的活動水準の変化、脳梗塞や腫瘍などの病変による脳機能に対する影響などである。

【0007】そして、脳波研究のごく初期には脳波で個人の性格や知能、心身の活動がわかるのではないかと考えられたこともあるが、現在は性格や知能と脳波は一定の関係を示さないことが明らかになっている。

【0008】また、PET、SPECT、光トポグラフィ装置は、現在最も感度が高い装置であり、脳機能の分析評価を可能とするが、いずれも大掛かりな装置である。

【0009】さらに、これらの装置は非常に高価な装置であることにより、今日、脳機能の測定が極めて困難な問題であることは、PETやSPECT、光トポグラフィ装置の実用化以降においても、変わってはいない。

【0010】さらにまた、上述の装置は、すべて測定

ために人体に何らかのセンサを取り付けたり、造影用薬物の投与が必要であり、例えば正常脳の機能評価を行う場合には、センサ等を取り付けたこと自体がストレスとなり、通常とは異なる心身的活動に陥り、評価の基準となるべき平常状態の情報が得られず、正確な検知、判定が行えない可能性を常に有している。

【0011】一方、人間の活動が全てその脳により支配されていることから、脳機能の解明は、単に医療分野に限らず、音楽等の芸術に係る人間の精神活動に関する研究、文明や文化の差異等に関し集団としての人間を取り扱う人類学や文明論等の研究にも大きな意味を有すると考えられ、脳機能の評価を広範な研究に役立てるためには、脳機能の評価を容易に行う事を可能とする装置の開発が必要不可欠である。

【0012】そこで、本発明は、比較的簡単な装置により、人体に非接触な状態で、大脳に発生する負荷レベルを計測して、人間の心身の状態を予測・判定することができる装置を提供すること課題としている。

【0013】

【課題を解決するための手段】本発明者らは、上記課題を解決するため、鋭意研究したところ、以下の発明を見出すに至った。

【0014】本発明者らは、まず、大脳皮質における発話のための中枢での処理としては、調音運動企画段階およびその後の調音運動の実行段階があるが、発話すべき単語の拍数増加や単語もしくは文章の複雑さなどが調音運動企画段階での処理時間伸長を引き起こすこと、すなわち大脳に対する負荷の増加が生じ、結果的に発話音声そのものが変化することから、発話音声を解析すれば、大脳機能を計測できると考えた。

【0015】そして、この発話音声はカオス論的手法により解析してリアブノフ指数を計算すれば解析でき、上述した大脳と発話音声の因果関係から脳の活動状態を定量的に表すことにより、非接触な状態で、大脳に発生する負荷レベルを計測し、心身的活動を予測・判定できること見出した。

【0016】そこで、請求項1に記載の発明は、人間が発話する音声をデジタルデータ化した音声信号をカオス論的手法により解析してリアブノフ指数を計算するリアブノフ指数計算手段と、該リアブノフ指数計算手段より計算された発話音声のリアブノフ指数の変化を検出するリアブノフ指数変化検出手段と有し、該リアブノフ指数変化検出手段で検出されたリアブノフ指数の変化の状態により、大脳に発生する負荷レベルを計測することにより心身的活動を予測・判定可能としたカオス論的ヒューマンファクタ評価装置としたことを特徴とする。

【0017】請求項2に記載の発明は、人間が発話する音声をデジタルデータ化した音声信号をカオス論的手法により解析してリアブノフ指数を計算するリアブノフ指数計算手段と、該リアブノフ指数計算手段より計算され

た発話音声のリアブノフ指数の変化を検出するリアブノフ指数変化検出手段と、該リアブノフ指数変化検出手段で検出されたリアブノフ指数の変化の状態により、大脳に発生する負荷レベルを計測することにより心身的活動を予測・判定する予測・判定手段とを備えたカオス論的ヒューマンファクタ評価装置としたことを特徴とする。

【0018】請求項3に記載の発明は、請求項1又は2に記載の構成に加え、人間が発話する音声を音声信号として入力するマイクロフォンと、該マイクロフォンに入力された音声信号をデジタルデータに変換するアナログデジタル変換手段とを更に備えたことを特徴とする。

【0019】請求項4に記載の発明は、請求項1乃至3の何れか一つに記載の構成に加え、前記デジタルデータから、あらかじめ用意した非発話音声の特徴をもとに、人間の発話音声以外の音声データを除去して、前記リアブノフ指数計算手段に与える非発話音声除去手段を備えたことを特徴とする。

【0020】請求項5に記載の発明は、請求項1乃至4の何れか一つに記載の構成に加え、前記人間の発話音声以外の音声データを除去したデジタルデータから、個々に評価される人間の発話音声の特徴を抽出・識別し、前記リアブノフ指数計算手段に与える発話音声検出手段を備えることにより、複数人の発話音声入力に対する個々の人間の心身的活動の予測・判定を可能とすることを特徴とする。

【0021】本発明による装置は、一般的に大脳活動の出力としての生体信号をカオス論的手法により分析することにより、その出力を与えた大脳各部野の活動状態を定量化するものである。

【0022】本発明では、発話音声を逐次カオス分析し、時々刻々検出されるリアブノフ指数の変化を相対的・経時的に検出し評価を加えることにより大脳の言語野に発生する負荷を評価することを可能としている。

【0023】カオス論的な分析においては、発話音声信号を一次元的な時系列データとしてサンプルすることができれば十分であり、同一被験者から同時サンプルされたデータを複数利用する場合においても、原則的にはこれらを個別に処理し、最終的に夫々における評価結果を合成し全体的な評価結果を得ることができる。

【0024】また、各大脳部野は明確に他の部野と切り離されている訳ではないので、言語野に高い負荷状態が発生するときその影響は、他の部野に係る生体信号にも現れる。

【0025】さらに、言語野のように人間の精神活動において極めて重要な役割を果たす部野の状態を計測することにより、その計測結果を大脳全体の負荷状況を示すものとして利用することも、用途が特定される場合には有効である。

【0026】

【発明の実施の形態】以下、この発明を実施の形態に基

づいて説明する。

【0027】図1乃至図4には、この発明の実施の形態を示す。

【0028】図1は、この発明に係るカオス論的ヒューマンファクタ評価装置（以下、「本発明装置」と言う）をコンピュータを利用して実現した場合の全体の構成例を示す模式図である。

【0029】図1において、参照符号1はコンピュータを示しており、大脳にかかる負荷を検知・判定するためのプログラム（以下、「大脳負荷検知判定プログラム」と言う）PGが記録されたハードディスク装置5が備え

られており、大脳負荷検知判定プログラムPGの各プログラムコードを記憶している。

【0030】但し、フレキシブルディスク、CD-ROM、MO等種々のコンピュータが利用できる記録媒体とそれらのドライブ装置を使用してもよいことは言うまでもない。

【0031】その大脳負荷検知判定プログラムPGの各プログラムコードの中にはカオス解析プログラムが含まれている。このカオス解析プログラムは、大脳負荷検知判定プログラムPGが読み込んだ音声のデジタルデータをカオス解析することによりリアプノフ指数を計算するプログラムである。

【0032】また、コンピュータ1には、マイクロフォン2及び通信装置14、音声レコーダ15が接続されている他、ビデオ出力装置8を備え、本発明装置の動作のための制御指示内容や評価結果を表示するディスプレイ装置9が接続されている。また、I/O制御装置10を備え、打鍵入力手段及びポインティングデバイスとして機能するキーボード11及びマウス12も接続されてい

る。さらに、ヘッドフォン13P及びマイクロフォン13Mを有するヘッドセット13が有線または無線通信により通信装置14に接続されている。

【0033】また、マイクロフォン2およびヘッドセット13のマイクロフォン13Mは、本発明装置により大脳にかかる負荷を検知・判定する対象となる人物が通常業務状態において装着・使用しているものであり、それらを装着・使用している人物の発話音声を生音声信号としてリアルタイムで取り込むために使用される。

【0034】なお、マイクロフォン2は複数の人物が同時に発話音声を入力する場合にも接続し使用される。

【0035】さらに、コンピュータ1には、例えば音声レコーダ15のような記録媒体に音声信号を記録し、それを再生出力することが可能な音声再生装置が接続可能である。この音声レコーダは例えば通常は航空機に搭載されており音声信号を記録するボイスレコーダのように、何らかの事情で本発明装置によりカオス論的に音声を解析する場合に使用される。

【0036】そのコンピュータ1の内部には、CPU4

ための記憶手段としてRAM6、ROM7、音声を入力するそれぞれの装置から音声信号をデジタルデータとして取り込むために、「アナログデジタル変換手段」であるアナログデジタル変換器3が内蔵されている。

【0037】図2は主として上述コンピュータ1のハードディスク装置5に記録された本発明装置のプログラムを示すブロック図である。

【0038】すなわち、このハードディスク装置5には、音声信号をデジタルデータとして取り込むための前記アナログデジタル変換器3からの信号が入力される音声データ検出器20が設けられ、この音声データ検出器20により、前記デジタルデータから音声データが検出されるようになっている。この音声データ検出器20から非発話音声音除去器21（非発話音声音除去手段）に信号が入力され、この非発話音声音除去器21により、入力された音声信号から人間の発話音声以外の音声除去されるように構成されている。

【0039】また、この非発話音声音除去器21から発話音声検出器22（発話音声検出手段）に信号が入力され、この発話音声検出器22により、音声デジタルデータから発話音声部分が検出されるようになっている。

【0040】さらに、この発話音声検出器22からリアプノフ指数計算器23（リアプノフ指数計算手段）に信号が入力され、このリアプノフ指数計算器23により、発話音声をカオス論的手法により解析を行いリアプノフ指数が計算されるように構成され、このリアプノフ指数計算器23からリアプノフ指数変化検出器24（リアプノフ指数変化検出手段）に信号が入力され、このリアプノフ指数変化検出器24により、前記計算された発話音声のリアプノフ指数の時系列データの相対的・経時的変化を検出するように構成されている。

【0041】さらにまた、リアプノフ指数変化検出器24から予測・判定部27（予測・判定手段）に信号が入力され、この予測・判定部27により、前記リアプノフ指数の変化の状態にて、大脳に発生する負荷レベルを計測することにより、心身的状態を予測・判定するようにしている。

【0042】その他、このハードディスク装置5には、装置に対する動作制御用信号を制御するためのI/O制御器25、本発明装置動作のための制御指示内容や評価結果を表示する表示制御器26を備える。

【0043】以下に、本発明装置の動作について、図2のブロック図を参照して説明する。

【0044】まず、本発明装置により大脳に発生する負荷レベルを検知・判定し、心身的活動を評価する対象人物の発話音声を取り込んで、音声信号を得る。具体的には、図1に示すようにヘッドセット13のマイクロフォン13Mから入力されて例えば航空機パイロットから音声通信を管制棟の通信装置14を介して入力されるか、一般のマイクロフォン2から直接入力、若しくは、例え

ば航空機搭載用のボイスレコーダのような音声記録した媒体からの再生を行える音声レコーダ15から音声信号が入力される。

【0045】次に、入力された音声信号がアナログ信号である場合には、アナログデジタル変換器3でデジタル変換が行われ、音声データ検出器20により、連続した音声データを以降の信号処理において必要とする処理単位でデータ分割する。

【0046】次いで、カオス論的手法による解析の前処理として、アナログデジタル変換器3で得られた音声信号のデジタルデータから、人間の発話音声以外の非発話音声を除去する処理が非発話音声除去器21で行われる。

【0047】具体的には、除去する非発話音声を、衝突減衰音、衝突残響音、二重衝突音、多重衝突音、破砕音、摩擦音であり、原音の中心周波数、残響時間、帯域幅をもとに特徴抽出を行い非発話音声の分離、除去を行う。

【0048】上述の処理により非発話音声を除去した音声デジタルデータは、人間の発話音声成分のみを残した音声デジタルデータになるが、複数人による発話音声信号が入力されている場合には、個々に以降のカオス論的手法による解析を行う必要があり、発話音声検出器22において、個々の発話音声への分離を行う。

【0049】具体的には、事前に発話者全員の発話音声の中心周波数、残響時間、帯域幅をもとに特徴抽出を行い、リアルタイムで計測される音声信号との比較を行う。

【0050】次に、リアプノフ指数計算器23により、人間が発話する音声をデジタルデータ化した音声信号をカオス論的手法により解析してリアプノフ指数を計算する。

【0051】具体的には、人間の発話音声を時系列信号として処理すれば、実験的にその波形のフラクタル次元が5~6の間にあることが明らかになっていることからストレンジ・アトラクタは6次元空間までに構成することとして処理を行う。その計算処理は、特開2000-113347号公報の「音声による疲労・居眠り検知装置及び記録媒体」で開示されている方法によるものも使用することができる。

【0052】その後、脳に発生する負荷レベルを検知・判定するために、リアプノフ指数変化検出器24において、時々刻々計算され変化する発話音声信号によるもののリアプノフ指数を基準点に対する相対的比較や、時系列的な変化の傾向により、脳に発生する負荷レベルの変化を検知し、予測・判定部27において測定目的に対応する判定を行う。

【0053】例えば、何らかの業務を遂行する場合、適度な緊張感を持つことがその業務を効率的に遂行するために有効であるとは一般的に言われることであるが、従

来、どの程度の緊張感が適度なものであるのかを明確に示したり知ることは不可能であった。

【0054】本発明による装置によれば、その人間のリラックス時の脳負荷レベルと短時間で疲労を自覚する程の高負荷レベルを計測することが可能であり、よって、その中間的なレベルとしての適度な負荷、すなわち、その人間が職務等に必要の時間において深刻な疲労に至らない程度の負荷レベルに業務負荷を管理することが可能となる。

【0055】上記において、その人間が疲労を自覚するに至る過程は、定型的な業務においては、脳負荷が暫時上昇する傾向をもって蓄積することにより、又、クリエイティブであったり、臨機応変な対応を要する業務においては、ある一定の時間以上高いレベルの負荷が継続することによる。

【0056】従って、本発明により、測定される人間の心身の活動の予測を行う場合には、その業務特性に対応した予測アルゴリズムを適用する必要がある。例えば、上述の脳負荷が暫時上昇するような傾向を有する業務を行う者に対しては、単純に移動平均により時々刻々変化するリアプノフ指数を平滑化して、そのパターンにおいて設定される規則により、休息等を指示することが可能である。

【0057】なお、臨機応変な対応を要するようなより複雑な業務を行う者に対しては、単純な算術によるアルゴリズムではなく、カルマンフィルタ等を利用し、さらにその与えるパターンに対して意味論的、あるいは知識処理的な手法により設定した規則を適用し、その職務活動等を制御することが必要である。

【0058】具体的には、時々刻々計算されるリアプノフ指数を時系列で一時的に保持し、状態変化を定量的に示すために、リアプノフ指数が示す値、リアプノフ指数の推移、推移の範囲を求める。前後の変化、すなわち傾向を求める方法としては、移動平均、最少二乗近似、カルマンフィルタ等により特性曲線を求め、これらの方法を選択できるようにする。

【0059】図3及び図4は、実際に発話音声から測定したリアプノフ指数を時系列でグラフ表現したものである。

【0060】図3中の各プロット線は、1分ごとに移動平均を計算してプロットした特性曲線31、3分ごとに移動平均を計算してプロットした特性曲線32、5分ごとに移動平均を計算してプロットした特性曲線33である。

【0061】図4中の各プロット線は、1分ごとに移動平均を計算してプロットした特性曲線41、5分ごとに移動平均を計算してプロットした特性曲線42である。

【0062】これら特性曲線31...から分かるように、時間間隔を長くして移動平均を求めることにより、比較的滑らかな特性曲線が得られ、心身の活動の傾向を捉え

やすくすることができる。

【0063】次いで、予測・判定部 27 にて、それらリアブノフ指数の変化の状態を示す特性曲線 31…により、大脳に発生する負荷レベルを計測することで心身の活動を予測・判定する。

【0064】すなわち、時々刻々のリアブノフ指数の変化は、その瞬間における大脳に発生する負荷レベルを測定しているもので脳の活性状態を測定していることと相似である。従って、時系列でリアブノフ指数の変化を計測することは傾向を推定することを可能とする。これは実験結果からも明らかであり、図 3 及び図 4 により、これを説明する。

【0065】図 3 はリアブノフ指数が増大する状態を示す時系列データである。このデータは被験者に 1 時間以上に及ぶ朗読を課し、その音声によるストレージ・アトラクタのリアブノフ指数を計測したところ、被験者が疲労を自覚しこれを訴える以前にリアブノフ指数の上昇が見られたことを示している。

【0066】そのリアブノフ指数の上昇を对环境適応力の低下として捉え、適応力の低下が長時間続くことにより疲労として自覚されるといえる。すなわち、大脳に高い負荷が発生し、その状態が長く続いた結果、人間は疲労感を自覚している。上述のように、リアブノフ指数が高い状態が続いたことを計測することにより、いずれは人間は疲労感を訴えることを予測することも可能となる。

【0067】また、図 4 はリアブノフ指数が低下する状態を示す時系列データである。図 3 を導いた実験と同様に新聞の朗読により得たリアブノフ指数の変化をプロットしたものである。ある時間を経過した後にリアブノフ指数の急激な低下が観測されており、「読み慣れない社説を無理やり読まされていた時には大脳に高い負荷が発生していたが、読みなれたスポーツ欄になったため大脳に発生していた負荷レベルが低くなった。」と解釈できる。

【0068】本発明による装置では、以上のような傾向をカオス論的に且つ定量的に把握することにより、ヒューマンファクタ評価を可能とする。

【0069】本発明装置を医療の分野に応用し、心身診断など行うような場合には数多くの臨床例を計測し、特徴量検出し平均的な状態を求めることが考えられるが、図 2 における発話音声検出器 22 からの出力結果及びリアブノフ指数変化検出器 24 の出力結果を保存する記憶手段を付加し、統計的手法により傾向分析を行う手段を設けることにより実現することになる。

【0070】

【発明の効果】以上説明したように、各請求項に記載の発明によれば、人間が発話する音声をデジタルデータ化した音声信号をカオス論的手法により解析してリアブノフ指数を計算することにより、このリアブノフ指数の状

態から、大脳の活動状態が検知されるため、被験者の人体に対してセンサ等を装着することなく、非接触で測定できることから、被験者となる人間に不必要な精神的身体的負担をかけることなく、又、緊張感を与えることなく、平常状態での大脳の活動状態が把握できる。

【0071】また、人間の発話音声をカオス分析して時々刻々得られるリアブノフ指数の変化の特性を検出することにより、得られたリアブノフ指数の時々刻々の変化を相対的・経時的に捉え、変化の特徴により、大脳が発話音声に与えた変化を計測、すなわち大脳の活動における負荷状態を検知することで、人間の心身の活動、例えば緊張状態や疲労状態等を容易に検知することができる。

【0072】さらに、常にカオス分析して得られるリアブノフ指数と、得られたリアブノフ指数の時々刻々の変化を相対的・経時的に捉え、変化の特徴により、大脳が発話音声に与えた変化を計測、すなわち大脳の活動における負荷状態を検知しているため、評価を加えるための基準となる値を予め用意する必要がなく、計測しながら即座に評価を加えることが可能である。しかも、評価を加えるための基準となる値を予め用意する必要がないことにより、メモリや磁気媒体などのデータの記憶手段を極力少なくすることも可能となり、装置の小型化、ひいてはオンボード化、チップ化などによる組込み型装置としての実現も可能となる。

【0073】請求項 3 に記載の発明によれば、いわゆる装置の入力信号センサとなる発話音声入力手段に音声を音声信号として入力するマイクロフォンと、このマイクロフォンに入力された音声信号をデジタルデータに変換するアナログデジタル変換手段とで構成した場合には、通常のマイクロフォンから被験者となる人間の発する音声を入力することが可能となるので、航空機のパイロット、航空管制官、公共交通機関の運転手ならびに顧客案内誘導員、放送局アナウンサー、無線通信士など業務においてマイクロフォンを利用する職業分野においては、通常利用するヘッドセットのマイクロフォンやハンディマイクロフォンを利用することが可能となる。

【0074】請求項 4 に記載の発明によれば、音声デジタルデータから人間の発話音声以外の音声データが除去され、得られたデジタルデータを基にカオス分析してリアブノフ指数を得ることにより、人間の脳の負荷状態の現れとしての発話音声とは係りのないいわゆるノイズとなる非発話音声を除去するため、より精度の高い大脳活動における負荷状態が検知可能となる。これにより、例えば航空機事故等で無線を利用した音声による交信記録や、航空機搭載のボイスレコーダに記録された音声信号など比較的ノイズの多い音声信号を対象とする場合でも本発明による装置で分析することにより、心身診断もしくは心身の状態変化を解析することにより、事故原因の調査に利用することが可能となる。

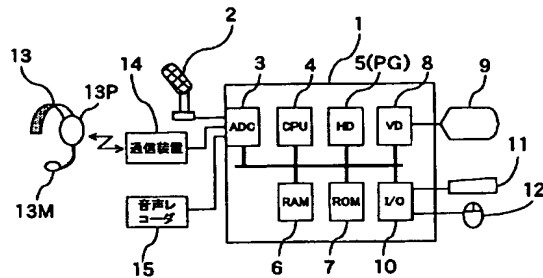


【0075】また、音声デジタルデータから人間の発話音声以外の音声データが除去されることは、さらに従来より脳機能の測定や脳の活性化状態の測定に医療機器として利用されているPETやSPECTなどと同様の医療機器として本発明の装置を利用する場合においても、音声暗室などの環境設備を必要としないため、より小型で安価の装置として実現することが可能となる。

【0076】請求項5に記載の発明によれば、発話音声以外の音声データを除去したデジタルデータから、更に人間の発話音声の特徴を抽出・識別し、個別にリアブノフ指数を得ることができるため、複数人の発話音声入力に対する分析評価が可能となる。これにより本発明による装置を、例えば複数人による会議や討論の場において使用する場合、発話者の心身の活動を判定可能となり、「誰がどの話題に、あるいは誰の話に興味を持ったか、否か」、発話者の恐怖・ストレス・覚醒など心理状態を判定することも可能となる。したがって音声を利用したカウンセリング器及び嘘発見器としての用途にも利用可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】



【図1】この発明の実施の形態にかかるパーソナルコンピュータ等の概略を示すブロック図である。

【図2】同実施の形態にかかるパーソナルコンピュータの内部構造を示すブロック図である。

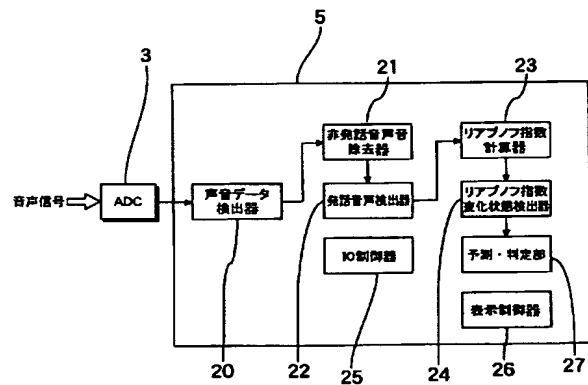
【図3】同実施の形態にかかる装置を用いて測定した人間の発話音声のリアブノフ指数と時間との関係を示すグラフ図である。

【図4】同実施の形態にかかる図3の状況と異なる状況で測定した場合のグラフ図である。

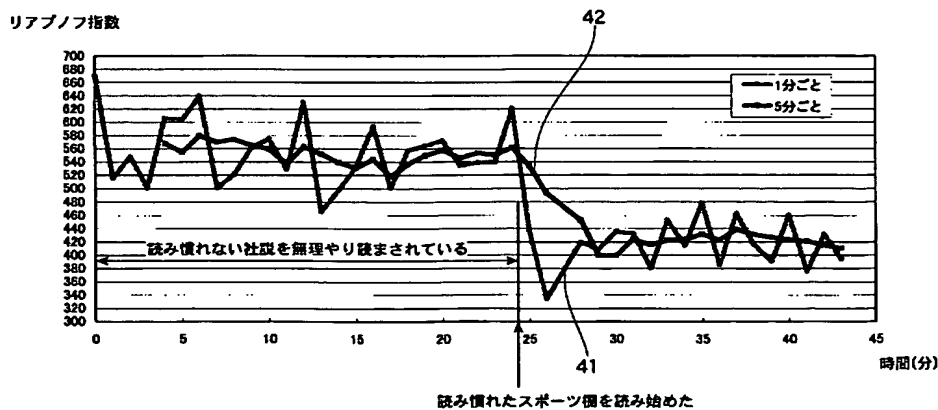
【符号の説明】

- 2 マイクロフォン
- 3 アナログデジタル変換器 (アナログデジタル変換手段)
- 21 非発話音声除去器 (非発話音声除去手段)
- 22 発話音声検出器 (発話音声検出手段)
- 23 リアブノフ指数計算器 (リアブノフ指数計算手段)
- 24 リアブノフ指数変化検出器 (リアブノフ指数変化検出手段)
- 27 予測・判定部 (予測・判定手段)

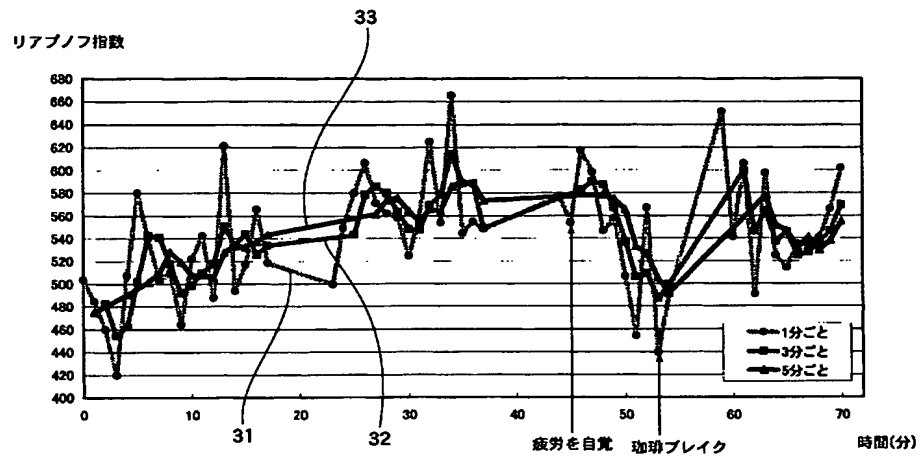
【図2】



【図4】



【図3】



フロントページの続き

(72)発明者 塩見 格一

東京都国分寺市富士本1-5-13 三敬ハ  
イツ205号

(72)発明者 目黒 也智

東京都港区浜松町一丁目27番16号 三菱ス  
ペース・ソフトウェア株式会社内

(72)発明者 古瀬 慶博

東京都港区浜松町一丁目27番16号 三菱ス  
ペース・ソフトウェア株式会社内

(72)発明者 田中 英行

東京都港区浜松町一丁目27番16号 三菱ス  
ペース・ソフトウェア株式会社内

Fターム(参考) 5D015 FF00